



(11) **EP 4 155 643 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2023 Patentblatt 2023/13

(21) Anmeldenummer: **22190889.0**

(22) Anmeldetag: **18.08.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F26B 11/02 (2006.01) **E01C 19/00** (2006.01)
F23C 7/00 (2006.01) **F26B 11/04** (2006.01)
F26B 23/02 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F26B 11/028; E01C 19/00; F23C 7/002;
F26B 11/0427; F26B 11/0477; F26B 23/02;
F26B 23/022; F23C 2900/9901

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **24.09.2021 DE 102021210662**

(71) Anmelder: **Benninghoven Zweigniederlassung**
der Wirtgen
Mineral Technologies GmbH
54516 Wittlich (DE)

(72) Erfinder:
• **Kloft, Marius**
54516 Wittlich (DE)
• **Zimmer, Dietmar**
54472 Longkamp (DE)
• **Nelly, Steven Mac**
56823 Büchel (DE)

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM TROCKNEN VON MATERIAL SOWIE ASPHALTMISCHANLAGE MIT EINER DERARTIGEN VORRICHTUNG**

(57) Eine Vorrichtung (2, 3) zum Trocknen von Material für eine Asphaltmischanlage umfasst einen um eine Drehachse (19) drehantreibbaren Drehrohr ofen (9), in dem das Material getrocknet wird, wobei der Drehrohr ofen (9) einen Materialeinlauf (10) und einen Materialauslauf (11) aufweist, eine mit dem Drehrohr ofen (9) gekoppelte Heizeinheit zum Zuführen von Wärme in den Drehrohr ofen (9), wobei die Heizeinheit mit einem Brenner (12) ausgeführt ist, der aufweist ein eine Längsachse (26) aufweisendes Brennergehäuse (27), eine an dem Bren-

nergehäuse (27) angeordnete Luftleitung (16) zum Zuführen von Luft, ein Verwirbelungselement (35) zum Verwirbeln der Luft in dem Brennergehäuse (27) relativ zur Längsachse (26), eine an den Brenner (12) angeschlossene Wasserstoffgasleitung (14) zum Zuführen von Wasserstoffgas zum Brenner (12), wobei an die Wasserstoffgasleitung (14) eine Wasserstoffgasdüse (31) zum Abgeben des Wasserstoffgases angeschlossen ist, ein an dem Brennergehäuse (27) angeordneter Brennerkopf (41) zum Erzeugen einer Brennerflamme (13).

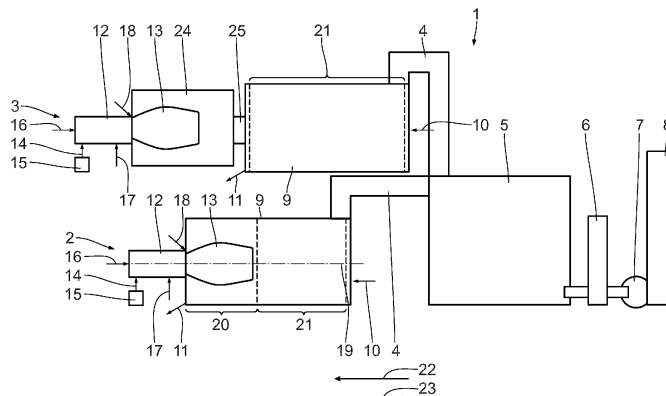


Fig. 1

EP 4 155 643 A1

Beschreibung

[0001] Der Inhalt der deutschen Patentanmeldung DE 10 2021 210 662.5 wird durch Bezugnahme hierin aufgenommen.

[0002] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Trocknen von Material sowie eine Asphaltmischanlage mit einer derartigen Vorrichtung.

[0003] In einer Asphaltmischanlage werden verschiedene Materialien verarbeitet, insbesondere getrocknet und miteinander vermischt. Beim Trocknen des Materials für Asphaltmischanlagen erfolgt ein großer Teil des Energieeintrags, der für den folgenden Mischprozess des Asphalts notwendig ist. Das Material wird beim Trocknen also auch erhitzt. Das Temperaturniveau beträgt abhängig von der zu mischenden Asphaltart und der jeweiligen RC-Zugabe-Rate üblicherweise bis zu 450°C. Das Trocknen erfolgt in einem Drehrohrofen, der auch als Trockentrommel bezeichnet wird. Dem Drehrohrofen wird Wärme zugeführt, die zuvor mittels einer separaten Heizeinheit erzeugt worden ist. Die Wärmeerzeugung basiert üblicherweise auf der Verbrennung fossiler Energieträger, wie beispielsweise Erdgas, Flüssiggas, Heizöl und/oder Kohlenstaub. Bei der Verbrennung fossiler Energieträger entsteht Kohlenstoffdioxid, das klimatisch problematisch ist.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, das Trocknen von Material für eine Asphaltmischanlage ökologisch vorteilhaft und insbesondere klimafreundlich zu gestalten.

[0005] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen, durch eine Asphaltmischanlage mit den im Anspruch 11 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Verfahren mit den im Anspruch 12 angegebenen Merkmalen.

[0006] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass Material ökologisch vorteilhaft getrocknet werden kann, wenn Wärme, die in einem Drehrohrofen zum Trocknen des Materials genutzt wird, mittels eines Wasserstoffgas-Brenners erzeugt wird. Der Wasserstoffgasbrenner ist ein Brenner, in dem Wasserstoffgas zur Wärmeerzeugung verbrannt wird. Die Vorrichtung kann auch mehrere Brenner umfassen, die insbesondere identisch ausgeführt sind. Die Brenner können auch unterschiedlich ausgeführt sein, wobei mindestens ein Brenner, insbesondere mehrere Brenner und insbesondere sämtliche Brenner als Wasserstoffgasbrenner ausgeführt sind. Wasserstoffgas dient also als Brennstoff. Erfindungsgemäß wird die Wärme zumindest anteilig und insbesondere ausschließlich durch die Verbrennung von Wasserstoffgas erzeugt. Die Verbrennung von Wasserstoffgas ist kohlenstoffdioxidfrei, d. h. es wird kein Kohlenstoffdioxid erzeugt. Die Verbrennung von Wasserstoffgas ist klimafreundlich. Abgase und Emissionen sind reduziert. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Wasserstoffgas aus regenerativen Energien erzeugt worden ist, es sich also um sogenannten grünen Wasserstoff handelt.

[0007] In dem Drehrohrofen werden insbesondere Materialien getrocknet, die für eine Asphaltmischung verwendet werden können, wie beispielsweise Altasphaltmaterial, das auch als Recyclingmaterial oder als RC-Material bezeichnet wird, und/oder Mineralgestein, insbesondere Weißmineral. Der Drehrohrofen ist um eine Drehachse drehantreibbar ausgeführt und weist insbesondere eine zylindrische Form auf. Der Drehrohrofen weist einen Materialeinlauf auf, an dem das zu trocknende Material dem Drehrohrofen zugeführt wird, und einen Materialauslauf, an dem das getrocknete Material aus dem Drehrohrofen abgeführt wird. Der Materialeinlauf und der Materialauslauf sind bezogen auf die Drehachse beabstandet zueinander angeordnet. Insbesondere sind der Materialeinlauf und der Materialauslauf jeweils im Bereich der Stirnseiten des Drehrohrofens angeordnet und insbesondere gegenüberliegend stirnseitig an dem Drehrohrofen ausgeführt.

[0008] Der Materialeinlauf kann eine Materialrutsche, ein Förderband, ein Einwurfband oder andere Fördertechniken aufweisen.

[0009] Der Materialauslauf kann eine Materialrutsche und/oder einen Runderlevator oder andere Fördertechniken aufweisen.

[0010] Um den Materialtransport in dem Drehrohrofen zu begünstigen, ist der Drehrohrofen mit seiner Drehachse gegenüber einer Horizontalrichtung insbesondere zum Materialauslauf hin geneigt angeordnet. Der Neigungswinkel beträgt insbesondere höchstens 8°, insbesondere höchstens 5°, insbesondere höchstens 4°, insbesondere höchstens 3° und insbesondere mindestens 1°. Die Verweilzeit des Materials innerhalb des Drehrohrofens beträgt insbesondere mindestens eine Minute und insbesondere höchstens 10 Minuten.

[0011] Der Brenner, mit dem das Wasserstoffgas zur Wärmeerzeugung verbrannt wird, ist Teil einer Heizeinheit, die zur Wärmeübertragung mit dem Drehrohrofen gekoppelt ist. Gekoppelt bedeutet im Sinne der Erfindung, dass Brenner und Drehrohrofen verfahrenstechnisch gekoppelt sind. Eine vom Brenner erzeugte Brennerflamme kann direkt im Drehrohrofen brennen. In diesem Anwendungsbeispiel sind Brenner und Drehrohrofen auch physisch gekoppelt. Der Brenner ist unmittelbar am Drehrohrofen angeordnet.

[0012] Die Brennerflamme kann aber auch in einem Heißgaserzeuger brennen, der die Wärme über einen Luftstrom zum Drehrohrofen leitet. Die mit dem Brenner erzeugte Wärme wird von der Heizeinheit in den Drehrohrofen zugeführt. Die Zuführung von Wärme zum Drehrohrofen schließt die Erzeugung der Wärme durch die Brennerflamme direkt im Drehrohrofen mit ein.

[0013] Der Brenner weist ein Längsgehäuse aufweisendes Brennergehäuse mit einer Luftleitung auf. Luftleitung beschreibt im Sinne dieser Erfindung die Zuführung von Verbrennungsluft. Insbesondere kann diese durch ein im Brennergehäuse angeordnetes Gebläse, ein über einen Luftkanal angeschlossenes Gebläse oder eine andere Zuführung von Luft erfolgen. Insbesondere

ist an dem Brennergehäuse, insbesondere stirnseitig, ein Flansch angeordnet, mit dem an das Brennergehäuse ein Schalldämpfer anschließbar ist. Mittels der Luftleitung wird Luft, insbesondere Umgebungsluft, in das Brennergehäuse zugeführt. Insbesondere ist die Luftleitung axial bezogen auf die Längsachse an das Brennergehäuse angeschlossen. Die Zufuhr von Luft in das Brennergehäuse ist dadurch vereinfacht.

[0014] An den Brenner, insbesondere an das Brennergehäuse, ist eine Wasserstoffgasleitung angeschlossen, um dem Brenner Wasserstoffgas zuzuführen. An die Wasserstoffgasleitung ist eine Wasserstoffgasdüse angeschlossen, um das Wasserstoffgas in dem Brennergehäuse gezielt abzugeben. Im Sinne dieser Erfindung kann eine Wasserstoffgasdüse als Ringdüse, Ringspalt, Gaslanze, Nadeldüse oder als Auslass in jeder anderen Form ausgeführt sein. Dadurch sind die Erzeugung eines Luft-Wasserstoffgas-Gemisches und/oder das Erzeugen einer Brennerflamme begünstigt. Die Wasserstoffgasdüse ist insbesondere innerhalb des Brennergehäuses angeordnet und insbesondere als Ringdüse mit radialen Öffnungen ausgeführt. Es können auch mehrere Wasserstoffgasdüsen vorhanden sein, die identisch oder unterschiedlich zueinander ausgeführt sind. Die Wasserstoffgasdüsen können an verschiedenen Positionen bezüglich der Längsachse, insbesondere in radialer, tangentialer und/oder axialer Richtung zueinander angeordnet sein.

[0015] Der Brenner weist zusätzlich ein Verwirbelungselement auf, das zur Verwirbelung der Verbrennungsluft, zur Vermischung von Brennstoff und Verbrennungsluft, als Flamhalter, als Halterung für Brennstoffdüsen, für Zündbrenner oder andere Brennerkomponenten und/oder zu ähnlichen Zwecken dient. Insbesondere wird in der ausgeführten Variante ein Verwirbelungselement eingebracht, um die Luft in dem Brennergehäuse relativ zur Längsachse zu verwirbeln, insbesondere tangential, radial und/oder axial. Die Vermischung der Luft mit dem Wasserstoffgas ist dadurch verbessert, insbesondere die Homogenität des Luft-Wasserstoffgas-Gemisches. Insbesondere ist die Wasserstoffgasdüse benachbart zu dem Verwirbelungselement angeordnet und mündet insbesondere unmittelbar stromaufwärts des Verwirbelungselements. Das Verwirbelungselement dient dazu, die Form der mit dem Brenner erzeugten Brennerflamme zu definieren. Insbesondere soll die Flamme, insbesondere wenn sie innerhalb des Drehrohrofens angeordnet ist, eine Maximallänge entlang der Drehachse des Drehrohrofens nicht überschreiten, um einen unmittelbaren Kontakt der Flamme mit dem Material im Drehrohrofen zu verhindern. Zusätzlich soll der maximale Durchmesser der Flamme einen oberen Grenzwert nicht überschreiten, also die Flamme darf nicht zu breit werden, um den Drehrohrofen einer zu großen Hitzebeanspruchung auszusetzen. Die Trockentrommel ist geschont.

[0016] Das Brennergehäuse weist einen Brennerkopf auf, der zum Erzeugen der Brennerflamme dient. Der

Brennerkopf ist im Sinne dieser Erfindung als stirnseitig am Brennergehäuse angeordnete Öffnung zu verstehen, an der sich die Flamme ausbildet. Der Brennerkopf kann insbesondere zumindest abschnittsweise entlang der

5 Längsachse konisch aufweitend ausgeführt sein.
[0017] Insbesondere kann ein Wasserstoffreservoir vorgesehen sein, in dem Wasserstoff, insbesondere Wasserstoffgas, bevorratet wird. Das Wasserstoffreservoir ist insbesondere mittels der Wasserstoffgasleitung mit dem Brennergehäuse verbunden. Entlang der Wasserstoffgasleitung ist insbesondere eine Gassicherheits- und/oder Gasregelstrecke vorgesehen, um eine zuverlässige und gefahrlose Zufuhr des Wasserstoffgases aus dem Wasserstoffreservoir in das Brennergehäuse sicherzustellen. Die Gassicherheits- und/oder Gasregelstrecke umfasst insbesondere entlang der Gasströmungsrichtung einen Absperrhahn, einen Gasfilter, einen Gasdruckregler, insbesondere mit Impulsleitungen, ein Überdruckventil, insbesondere mindestens einen Druckschalter, insbesondere mindestens ein Sicherheitsabsperrventil, insbesondere weitere Druckschalter, eine Gasregelklappe und/oder eine zusätzliche Absperrklappe, sowie insbesondere mindestens ein Manometer. Das Wasserstoffreservoir und/oder die Wasserstoffgasleitung und insbesondere die Wasserstoffgasdüse sind insbesondere jeweils aus einem Werkstoff hergestellt, der für die Bevorratung, Förderung und/oder Abgabe von Wasserstoffgas geeignet und insbesondere dafür zugelassen ist. Die Komponenten der Gasregelstrecke sind insbesondere für die Verwendung mit Wasserstoff zugelassen.

[0018] Ein Verwirbelungselement gemäß Anspruch 2 gewährleistet eine effiziente Luftverwirbelung. Ein Strömungselement ist in dem Brennergehäuse insbesondere konzentrisch zur Längsachse angeordnet. Das Strömungselement ist stationär, also unbeweglich, in dem Brennergehäuse angeordnet. Insbesondere weist das Strömungselement keine beweglichen Teile auf. Das Strömungselement ist wartungsarm und insbesondere wartungsfrei. Das Strömungselement ist robust und zuverlässig.

[0019] Zusätzlich oder alternativ zu dem stationären Strömungselement ist es möglich, die Luftleitung tangential und/oder radial bezogen auf die Längsachse des Brennergehäuses zuzuführen, also die Luftleitung tangential und/oder radial an das Brennergehäuse anzuschließen. In diesem Fall ist das Verwirbelungselement also durch eine tangentiale Luftzuführung ausgebildet.

[0020] Eine Stauscheibe gemäß Anspruch 3 ermöglicht eine vorteilhafte Verwirbelung der Luft und eine vorteilhafte Erzeugung des Luft-Wasserstoffgas-Gemisches. Mehrere bezüglich der Längsachse kreisförmig angeordnete und geneigt orientierte Schaufeln ermöglichen eine gezielte Umlenkung des axialen Luftstroms radial und/oder tangential nach außen in Richtung der Innenwand des Brennergehäuses. Insbesondere weist die Stauscheibe einen Abschnitt auf, an dem die Wasserstoffgasdüse mündet, und einen weiteren Bereich,

dem die Luft zugeführt wird. Insbesondere ist der Bereich zur Zuführung des Wasserstoffgases ringförmig ausgeführt und konzentrisch zur Längsachse orientiert. Der Bereich für die Zuführung der Luft an der Stauscheibe ist insbesondere zentral, also zentrisch angeordnet. Insbesondere sind die beiden Bereiche der Wasserstoffgas- und Luft-Zuführung an der Stauscheibe voneinander getrennt ausgeführt. An der Stauscheibe kann zusätzlich mindestens ein weiterer Bereich für die Zuführung eines Sekundärbrennstoffs vorgesehen sein. Dieser mindestens eine zusätzliche Bereich kann von den anderen Bereichen getrennt oder damit verbunden ausgeführt sein. Dieser zusätzliche Bereich kann zentrisch oder exzentrisch an der Stauscheibe angeordnet sein.

[0021] Das Verwirbelungselement, insbesondere in Form der Stauscheibe, erleichtert es unabhängig von dem verwendeten Brennstoff, insbesondere unabhängig davon, ob zusätzlich zum Wasserstoffgas der Sekundärbrennstoff verwendet wird, die Form der Brennerflamme einzustellen. Es ist insbesondere möglich, die Form der Brennerflamme in Abhängigkeit des verwendeten Brennstoffs, insbesondere der verwendeten Brennstoffe, so einzustellen, dass die Brennerflamme zur Trocknung des Materials in dem Drehrohren geeignet ist, also ausreichende Wärme zur Verfügung stellt, und darüber hinaus eine Beschädigung des Drehrohrens und/oder des zu erwärmenden Materials ausgeschlossen ist. Die Form der Brennerflamme wird insbesondere durch Anzahl, Ausführung und Anordnung der Düsen für die Zuführung des Wasserstoffgases und des mindestens einen Sekundärbrennstoffs beeinflusst. Die Flammenform hängt insbesondere auch von der Luftkurve ab.

[0022] Die Anordnung und/oder die Größe der verschiedenen Bereiche der Stauscheibe hängt im Wesentlichen von den zu verbrennenden Brennstoffen ab. Es ist zusätzlich oder alternativ möglich, die Geometrie der Schaufeln zu verändern, die Anordnung der Schaufeln in der Stauscheibe zu verändern und/oder zusätzliche Leitelemente vorzusehen, wie beispielsweise Konen und/oder Vorsatzbleche.

[0023] Ein Kühlkonus gemäß Anspruch 4 ermöglicht eine Luftstufung innerhalb des Brennergehäuses. Bei der Luftstufung werden um die Brennerflamme herum mehrere Verbrennungszonen geschaffen, die unterschiedliche Sauerstoffkonzentrationen aufweisen und insbesondere von innen nach außen, also in radialer Richtung zunehmen. Dadurch vergrößert sich der Bereich der Verbrennung und damit auch die Verweilzeit der Komponenten in der Brennerflamme. Mittels der Luftstufung kann die Bildung von thermischen Stickoxiden (NO_x) reduziert und insbesondere eine vollständige Verbrennung des Brennstoffs, insbesondere von Wasserstoffgas, erreicht werden. Der Kühlkonus weist einen sich aufweitenden Konusabschnitt auf. Der Kühlkonus ist in dem Brennergehäuse an dem Übergang zum Brennerkopf angeordnet. Zwischen der Außenseite des Kühlkonus und der Innenseite des Brennergehäuses entsteht ein Ringspalt, insbesondere mit entlang der Längsachse

gleichbleibender Spaltbreite. Zusätzlich gewährleistet der Kühlkonus eine Luftströmung durch den genannten Ringspalt, wodurch die axial strömende Luft von der Brennerflamme ferngehalten, also um die Brennerflamme herumgeführt und der Flamme im Bereich des Brennerkopfes zugeführt wird. Diese Sekundärluft, die um die Brennerflamme herumgeführt worden ist, kühlt den Brennerkopf, insbesondere im Bereich des Kühlkonus ab. Insbesondere kann dadurch auch die Flammtemperatur reduziert werden, um die Stickoxidbildung zu reduzieren.

[0024] Zusätzlich oder alternativ kann eine Luftstufung auch mittels eines zusätzlichen Luftanschlusses, beispielsweise eines Sekundärluftanschlusses, gewährleistet werden. Sekundärluft kann auch Umgebungsluft sein. Insbesondere kann eine Sekundärluftleitung eine Rückführung sein, um emissionsbelastete Luft aus dem Drehrohren rückzuführen und nachzuverbrennen und mitzuverbrennen.

[0025] Zusätzlich oder alternativ sind Maßnahmen zur Stickoxidreduktion möglich, insbesondere die lokale Verbrennung bei unterschiedlichen Luftzahlen (λ), die das Massenverhältnis von Luft und Kraftstoff im Brennraum definiert. Insbesondere sind Verbrennungen bei $\lambda \gg 1$ oder bei $\lambda \ll 1$ möglich. Zusätzlich oder alternativ ist es denkbar, Harnstoff gezielt zuzuführen, um die Stickoxidbildung zu reduzieren. Vorteilhaft ist es, wenn die Flammtemperatur kleiner ist als 1400°C , insbesondere kleiner als 1350°C , insbesondere kleiner als 1300°C , insbesondere kleiner als 1250°C und insbesondere kleiner als 1200°C . Es wurde gefunden, dass die Bildung von thermischem NO_x reduziert ist, wenn die Flammtemperatur einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreitet.

[0026] Eine Sekundärbrennstoffleitung gemäß Anspruch 5 erhöht die Einsatzvariabilität des Brenners. Es können auch mehrere Sekundärbrennstoffleitungen an den Brenner angeschlossen sein, um insbesondere verschiedenartige Sekundärbrennstoffe zuzuführen. Als Sekundärbrennstoff können beispielsweise Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Holzstaub, Kohlenstaub und/oder synthetische Kraftstoffe dienen. Derartige synthetische Kraftstoffe werden typischerweise durch thermochemische Umwandlung aus Biomasse hergestellt und als Biomass to Liquid (BtL) bezeichnet. Die Sekundärbrennstoffe können insbesondere zusätzlich zu dem Wasserstoffgas dem Brenner aufgegeben werden, insbesondere wenn die Wasserstoffgasversorgung eingeschränkt und/oder unterbrochen ist. Es ist auch grundsätzlich denkbar, die Sekundärbrennstoffzufuhr derart zu steuern, dass der Brenner ausschließlich mit Sekundärbrennstoff, also ohne Wasserstoff, betrieben wird. Wesentlich ist aber, dass zumindest die Wasserstoffgasleitung und die Wasserstoffgasdüse vorgesehen sind.

[0027] An die Sekundärbrennstoffleitung ist eine Sekundärbrennstoffdüse angeschlossen, um den Sekundärbrennstoff abzugeben. Es können auch mehrere Sekundärbrennstoffdüsen an die Sekundärbrennstoffleitung angeschlossen sein. Die Sekundärbrennstoffdüse ist innerhalb des Brennergehäuses angeordnet. Die Se-

kundärbrennstoffdüse mündet insbesondere an der Stauscheibe, insbesondere zentrisch.

[0028] Die axiale Anordnung der Luft gemäß Anspruch 6 ermöglicht eine unkomplizierte und robuste Konstruktion. Ein Gebläse zur Erzeugung der Luftströmung in der Luftleitung kann insbesondere als Axialgebläse ausgeführt und in der Luftleitung integriert angeordnet sein. Es ist auch möglich, das Gebläse als Radialgebläse auszuführen. An die Luftleitung ist insbesondere ein Schalldämpfer angeschlossen. Das Gebläse kann auch außerhalb des Brennergehäuses, insbesondere stromaufwärts der Luftleitung, angeordnet sein.

[0029] Eine Abgasleitung gemäß Anspruch 7 ermöglicht das Mitverbrennen von Abgasen, insbesondere im Brenner. Im Sinne dieser Erfindung werden sowohl Abgase aus Verbrennungsprozessen, als auch insbesondere Abgase aus der Asphaltherstellung, insbesondere durch Absaugung im Mischprozess und der weiteren Handhabung des Asphalts bezeichnet. Diese Abgase werden dem Brenner insbesondere als emissionsbelastete Luft zugeführt. Dadurch können Emissionen zusätzlich reduziert werden, insbesondere Geruchsemissionen, Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenstoffdioxid (CO₂) und insbesondere Kohlenwasserstoffe (C_{ges}) insgesamt. Die Abgasleitung kann zusätzlich oder alternativ Abgase zu der Heizeinheit insgesamt und/oder in den Drehrohrofen zuführen.

[0030] Eine Heizeinheit mit einem Heißgaserzeuger gemäß Anspruch 8 ermöglicht eine indirekte Erwärmung des Drehrohrofens und damit eine indirekte Trocknung des Materials in dem Drehrohrofen. Der Heißgaserzeuger ist insbesondere mittels einer Heißgasleitung an den Drehrohrofen angeschlossen. Der Wasserstoffbrenner dient zur Prozesswärmeerzeugung in dem Heißgaserzeuger.

[0031] Alternativ kann der Brenner gemäß Anspruch 9 unmittelbar an den Drehrohrofen angeschlossen und insbesondere unmittelbar in den Drehrohrofen integriert sein. Insbesondere ist der Brenner stirnseitig an dem Drehrohrofen angebracht, insbesondere im Bereich des Materialauslaufs. Der Brennerkopf ist insbesondere innerhalb des Drehrohrofens angeordnet. Ein derartiger Drehrohrofen wird im Gegenstrom betrieben. Das bedeutet, dass die Materialförderrichtung und die Richtung der Wärmezufuhr aneinander entgegengesetzt sind. Der Wasserstoffbrenner brennt in diesem Fall direkt in dem Drehrohrofen. Der Wasserstoffbrenner arbeitet in einer staubbelasteten Umgebung.

[0032] Ein Drehrohrofen, der, insbesondere geschlossene, Feuerschutzeinbauten aufweist, die an einer Innenwand des Drehrohrofens angeordnet und insbesondere daran befestigt sind, gewährleistet, dass das Material im Drehrohrofen im Bereich der Brennerflamme geschützt ist. Ein direkter Materialkontakt mit der Brennerflamme ist vermieden. Feuerschutzeinbauten, die insbesondere geschlossen ausgeführt sind, so dass das Material in diesen geschlossenen Feuerschutzeinbauten umlaufend angeordnet ist, sind an einer Innenseite des

Drehrohrofens angeordnet und daran befestigt. Dadurch ist gewährleistet, dass das Material in diesen geschlossenen Einbauten verbleibt. Ein unerwünschter Kontakt der Einbauten mit der Brennerflamme ist vermieden. Die von der Brennerflamme abgegebene Wärme wird über die Feuerschutzeinbauten in das Materialinnere abgegeben. Die Feuerschutzeinbauten bestehen insbesondere aus hitzeständigen und/oder verschleißbeständigen Material. Insbesondere dient hierfür Stahl, der insbesondere derart legiert ist, dass er eine hohe Temperaturbeständigkeit aufweist, insbesondere warmfester Stahl, insbesondere warmfester Druckbehälterstahl, insbesondere ein Druckbehälterstahl mit der Werkstoffnummer 1.5415, der auch unter dem Kurznamen 16Mo3 bekannt ist. Ein derartiges Material kann im Dauerbetrieb bis etwa 530°C Wandtemperatur eingesetzt werden.

[0033] Die Feuerschutzeinbauten sind insbesondere im Bereich einer Ausbrandzone des Drehrohrofens angeordnet.

[0034] Die Feuerschutzeinbauten bilden geschlossenen Taschen an der Innenfläche des Drehrohrofens. In den geschlossenen Taschen wird das Material gefördert und getrocknet, bis es entlang der Materialförderrichtung in dem Drehrohrofen an dem Materialauslauf abgegeben wird.

[0035] Ein Drehrohrofen, der insbesondere offene, Wurfbleche aufweist, die an einer Innenwand des Drehrohrofens angeordnet und insbesondere daran befestigt sind, um einen, insbesondere geschlossenen, Materialschleier im Drehrohrofen zu erzeugen, gewährleistet die Erzeugung eines Materialschleiers in dem Drehrohrofen. Dadurch, dass der Drehrohrofen insbesondere gegenüber der Horizontalrichtung geneigt angeordnet ist, gewährleisten die Wurfbleche eine Materialförderung entlang der Materialförderrichtung. Der Materialschleier wird insbesondere in einem Wärmeübergangsbereich gebildet, der bezogen auf die Materialförderrichtung stromaufwärts der Ausbrandzone in dem Drehrohrofen angeordnet ist. In dem Wärmeübergangsbereich weist der Drehrohrofen Wurfbleche auf, die an der Innenwand des Drehrohrofens angeordnet und insbesondere daran befestigt sind. Die Wurfbleche sind offen ausgeführt, sind also offene Einbauten.

[0036] Die Wurfbleche sind insbesondere mehrfach gekantet. Material, das im unteren Bereich bei einer Drehung des Drehrohrofens aufgenommen wird, regnet über den Rundlauf in dem Drehrohrofen ab. Über die Querschnittsfläche des Drehrohrofens wird ein Schleier und dadurch insbesondere ein geschlossener Schleier gebildet. Die Wurfbleche sind aus einem hitzebeständigen und/oder verschleißbeständigen Material hergestellt. Für die Wurfbleche wird insbesondere dasselbe Material verwendet wie für die Feuerschutzeinbauten.

[0037] Die Einbauten in dem Drehrohrofen, insbesondere die Wurfbleche in der Wärmeübergangszone, sind derart konstruiert, dass der Materialschleier einen Wärmeübergang derart gewährleistet, dass der Volumenstrom des Abgases aus dem Drehrohrofen den Bedin-

gungen für die spätere Filterentstaubung entspricht, also insbesondere dass das Abgas eine Temperatur oberhalb seines Taupunktes und unterhalb des Flammpunktes der Filtertaschen aufweist. Insbesondere beträgt die Temperatur des Abgases beim Verlassen aus dem Drehrohrofen bis zu 160°C, insbesondere zwischen 90°C und 110°C.

[0038] Ein Drehrohrofen gemäß Anspruch 10 ermöglicht eine zuverlässige Materialförderung in dem Drehrohrofen, insbesondere beginnend am Materialeinlauf. Dazu sind in dem Drehrohrofen mindestens ein und insbesondere mehrere Fördererlemente vorgesehen, die an einer Innenwand des Drehrohrofens angeordnet und insbesondere daran befestigt sind. Die Fördererlemente sind insbesondere als Einlaufschneckensegmente ausgeführt, die sich entlang einer Schraubenlinie in dem Drehrohrofen erstrecken. Insbesondere sind elf Einlaufschneckensegmente angeordnet.

[0039] Eine Asphaltmischanlage gemäß Anspruch 11 und ein Verfahren gemäß Anspruch 12 weisen im Wesentlichen die Vorteile der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 auf, worauf hiermit verwiesen wird. Die Asphaltmischanlage kann eine Filterentstaubung und/oder einen Kondensatabscheider aufweisen. In der Filterentstaubung werden Staubpartikel aus dem Abgas aus dem Drehrohrofen herausgefiltert.

[0040] In dem Kondensatorabscheider kann in dem Abgasstrom enthaltenes Wasser kondensieren. Dadurch wird zusätzliche Energie in Form von Wärme freigesetzt. Durch diese Brennwertnutzung in der Kondensatabscheidung wird es insbesondere ermöglicht, dass unerwünschte Bestandteile, insbesondere Säuren, aus dem Abgas abgeschieden werden. Das Abgas ist zusätzlich durch den Kondensatabscheider gereinigt. Der Kondensatabscheider ist insbesondere stromabwärts der Filterentstaubung angeordnet.

[0041] Die Asphaltmischanlage weist insbesondere noch ein Gebläse und/oder einen Kamin auf, die der Filterentstaubung und/oder dem Kondensatabscheider nachfolgend angeordnet sind.

[0042] Die Asphaltmischanlage kann zusätzlich mindestens eine Mischeinheit aufweisen, in der verschiedene Materialien, die für eine Asphaltmischung erforderlich sind, miteinander vermischt werden. Diese Materialien können beispielsweise aus dem Drehrohrofen stammen. Es ist auch denkbar, dass Materialien unmittelbar, insbesondere mittels einer Dosiervorrichtung, in eine Mischeinheit aufgegeben werden.

[0043] Ein Verfahren gemäß Anspruch 13 ermöglicht eine besonders effiziente Mitverbrennung von Abgasen, so dass die Gesamtemissionen reduziert sind.

[0044] Ein Verfahren gemäß Anspruch 14 ermöglicht die Wärmezuführung in den Drehrohrofen unmittelbar. Die Brennerflamme befindet sich, zumindest teilweise und insbesondere vollständig, innerhalb des Drehrohrofens, also in einer staubbelasteten Umgebung.

[0045] Ein Verfahren gemäß Anspruch 15 gewährleistet, dass die Brennerflamme zuverlässig innerhalb der

Ausbrandzone des Drehrohrofens angeordnet ist und insbesondere Feuerschutzeinbauten des Drehrohrofens, insbesondere radial, beabstandet zu der Brennerflamme angeordnet sind. Ein unmittelbarer Kontakt der Brennerflamme mit den Feuerschutzeinbauten ist verhindert.

[0046] Sowohl in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale als auch in der nachfolgenden Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verfahren angegebenen Merkmale sind jeweils für sich alle oder in Kombination miteinander geeignet, den erfindungsgemäßen Gegenstand weiterzubilden. Die jeweiligen Merkmalskombinationen stellen hinsichtlich der Weiterbildungen des Erfindungsgegenstands keine Einschränkung dar, sondern weisen im Wesentlichen lediglich beispielhaften Charakter auf.

[0047] Zusätzliche Merkmale, vorteilhafte Ausgestaltungen und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Skizze einer Asphaltmischanlage mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht eines Drehrohrofens mit Brenner gemäß Fig. 1,

Fig. 3 eine vergrößerte Schnittansicht gemäß Schnittlinie III-III in Fig. 2,

Fig. 4 eine vergrößerte Schnittansicht gemäß Schnittlinie IV-IV in Fig. 2,

Fig. 5 eine vergrößerte Detailansicht des Details V in Fig. 2,

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht der Stauscheibe in Fig. 5, und

Fig. 7 eine Rückansicht der Stauscheibe gemäß Fig. 5.

[0048] Eine in Fig. 1 als Ganzes mit 1 dargestellte Asphaltmischanlage dient zum Herstellen von Asphalt. Die Asphaltmischanlage 1 umfasst eine erste Vorrichtung 2 und eine zweite Vorrichtung 3, die jeweils mit einer Emissionsleitung 4 an eine Filterentstaubung 5 angeschlossen sind.

[0049] Die Asphaltmischanlage 1 kann auch nur eine Vorrichtung 2, 3 oder mehr als zwei Vorrichtungen 2, 3 aufweisen. Es ist denkbar, dass die eine oder mehrere Vorrichtungen 2, 3 über eine gemeinsame Emissionsleitung 4 mit der Filterentstaubung 5 verbunden sind. Insbesondere ist die Filterentstaubung 5 eine zentrale Filterentstaubung in der Asphaltmischanlage, an die mehrere und insbesondere alle Vorrichtungen 2, 3 der Asphaltmischanlage 1 angeschlossen sind. Es ist auch

denkbar, dass jede Vorrichtung 2, 3 jeweils einer separaten Filterentstaubung 5 zugeordnet und damit verbunden ist.

[0050] An die Filterentstaubung 5 ist optional ein Kondensatabscheider 6 angeschlossen, der über ein Gebläse 7 mit einem Kamin 8 verbunden ist. Der Kondensatabscheider 6 kann, wie in Fig. 1 dargestellt, hinter der Filterentstaubung 5 und zusätzlich oder alternativ auch vor der Filterentstaubung 5 angeordnet sind. Insbesondere ist zusätzlich zu dem Kondensatabscheider eine Rekuperationseinheit vorhanden, die zur Rückgewinnung von Prozesswärme dient, insbesondere Prozesswärme, die in dem Kondensatabscheider 6 anfällt. Es wurde gefunden, dass der Kondensatabscheider 6 in der Asphaltmischanlage 1 vorteilhaft eingesetzt werden kann, wenn die Abluft der Vorrichtungen 2, 3 vergleichsweise sauber ist, also eine reduzierte Emissionsbelastung aufweist und insbesondere weniger emissionsbelastet ist als die Abluft eines Brenners, der fossile Brennstoffe verbrennt.

[0051] Es ist auch möglich, dass die Asphaltmischanlage 1 keine Filterentstaubung 5 aufweist. In diesem Fall sind die Vorrichtungen 2, 3 direkt mit dem Kondensatabscheider 6 verbunden. Es ist auch denkbar, dass mehrere Kondensatabscheider 6, insbesondere jeweils ein Kondensatabscheider 6 je Vorrichtung 2, 3, vorgesehen sind.

[0052] Die erste Vorrichtung 2 umfasst einen Drehrohrofen 9, in dem Material getrocknet wird. Der Drehrohrofen 9 weist einen Materialeinlauf 10 und einen Materialauslauf 11 auf. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind der Materialeinlauf 10 und der Materialauslauf 11 jeweils stirnseitig, also gegenüberliegend an dem Drehrohrofen 9 angeordnet.

[0053] Mit dem Drehrohrofen 9 ist eine Heizeinheit, die einen Brenner 12 aufweist, gekoppelt. Der Brenner 12 ist dazu ausgeführt, Wasserstoffgas zu verbrennen und eine Brennerflamme 13 zu erzeugen, die zumindest bereichsweise in dem Drehrohrofen 9 angeordnet ist. Der Brenner 12 ist ein Wasserstoff-Brenner. An den Brenner 12 ist eine Wasserstoffgasleitung 14 angeschlossen, die insbesondere mit einem Wasserstoffreservoir 15 verbunden ist. Das Wasserstoffreservoir 15 ist insbesondere ein Speicherbehälter, insbesondere ein Speichertank, in dem Wasserstoff, insbesondere gasförmig, gespeichert bevorratet wird. Das Wasserstoffreservoir 15 kann auch durch einen Anschluss an ein Wasserstoffversorgungsnetz ausgeführt sein. Der Anschluss an die Gasregelstrecke in der Wasserstoffgasleitung 14 erfolgt an einer Wasserstoffgasverteilkammer 30 mittels eines Kompensators 62. Der Kompensator 62 ist ein flexibles Ausgleichselement. Der Kompensator 62 dient zum Ausgleich von Bewegungen der Wasserstoffleitung 14, insbesondere infolge thermischer Längenänderungen, Vibrationen, Wanddurchführungen und/oder bei Setzungserscheinungen. Der Kompensator 62 ist an einer Flanschverbindung 63 zwischen der Wasserstoffverteilkammer 30 und der Wasserstoffgasleitung 14 angeord-

net.

[0054] An den Brenner 12 ist eine Luftleitung 16 angeschlossen, um Luft, insbesondere Umgebungsluft, zuzuführen.

[0055] Eine Materialförderrichtung 22 durch den Drehrohrofen 9 ist von dem Materialeinlauf 10 zu dem Materialauslauf 11 gerichtet und gemäß Fig. 1 von rechts nach links orientiert. Eine Gasförderrichtung 23 durch den Drehrohrofen 9 ist von dem Brenner 12 zu der Emissionsleitung 4 gerichtet, also gemäß Fig. 1 von links nach rechts. Die Materialförderrichtung 22 und die Gasförderrichtung 23 sind zueinander entgegengesetzt orientiert. Der Drehrohrofen 9 wird im Gegenstromverfahren betrieben. Der Drehrohrofen 9 kann auch im Gleichstromverfahren betrieben werden.

[0056] Ferner ist an den Brenner eine erste Sekundärbrennstoffleitung 17 angeschlossen, um einen ersten Sekundärbrennstoff zuzuführen. Als Sekundärbrennstoff dienen insbesondere fossile Energieträger, wie beispielsweise Erdgas, Flüssiggas, Heizöl, Kohle, insbesondere Kohlenstaub, synthetische Kraftstoffe (BtL) und/oder Holzstaub. Als erster Sekundärbrennstoff wird in dem gezeigten Ausführungsbeispiel Erdgas genutzt. Die erste Sekundärbrennstoffleitung 17 wird aus einem nicht dargestellten Sekundärbrennstoffreservoir gespeist. Das Sekundärbrennstoffreservoir kann - ähnlich dem Wasserstoffreservoir 15 - als Speicherbehälter und/oder als Versorgungsnetz ausgeführt sein.

[0057] Der Anschluss an die erste Sekundärbrennstoffleitung 17 und die dortige Gasregelstrecke erfolgt an einer Sekundärbrennstoffverteilkammer 32 mittels eines Kompensators 66. Der Kompensator 66 ist im Wesentlichen identisch zu dem Kompensator 62 ausgeführt und an einer entsprechenden Stelle zwischen der ersten Sekundärbrennstoffleitung 17 und der Sekundärbrennstoffverteilkammer 32 angeordnet.

[0058] Es versteht sich, dass bei der Verwendung eines anderen ersten Sekundärbrennstoffs, beispielsweise eines flüssigen Sekundärbrennstoffs wie Flüssiggas und/oder Öl, der Brenner eine abweichende Geometrie aufweisen kann, wobei dies insbesondere für den Brennerkopf, die Stauscheibe, die Brennkammer, die Anordnung, Anzahl und Anbringung der verwendeten Düsen und die Peripherie wie beispielsweise eine Ölregelstrecke und/oder eine Flüssiggasregelstrecke, gilt.

[0059] Die erste Vorrichtung 2 weist ferner eine Abgasleitung 18 auf, die an die Heizeinheit, insbesondere den Brenner 12, und/oder an den Drehrohrofen 9 angeschlossen ist. Mittels der Abgasleitung 18 können Abgase und/oder Emissionen der Heizeinheit und/oder dem Drehrohrofen 9 zugeleitet werden. Die Abgasleitung 18 dient grundsätzlich als Zuleitung für Sekundärluft, wobei es sich insbesondere um Abluft anderer Emissionsquellen handeln kann wie insbesondere eine Absaugung einer Kübelbahn und/oder einer Verladung. Die Sekundärluft ist insbesondere emissionsbeladene Luft. Die Abgasleitung 18 kann beispielsweise mit der Emissionsleitung 4 der ersten Vorrichtung 2 und/oder mit der Emissions-

leitung 4 der zweiten Vorrichtung 3 verbunden sein, um Abgase zurückzuführen. Es können zusätzlich oder alternativ andere Abgasquellen der Asphaltmischanlage 1 an die Abgasleitung 18 angeschlossen sein. In der Abgasleitung 18 ist ein separater Ventilator 48 angeordnet, der zusätzliche Verbrennungsluft zuführen kann. Entlang der Abgasleitung 18 können eine oder mehrere Klappen 49 angeordnet sein, um den Luftstrom gezielt zu steuern und insbesondere die zugegebenen Luftmengen gezielt einzustellen. Zusätzlich oder alternativ kann eine Luftmengenstromregelung auch mit dem Ventilator 48 und insbesondere mittels eines daran geschlossenen Frequenzumrichters erfolgen.

[0060] Die Abgasleitung 18 ist gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel verzweigt ausgeführt, wobei ein erster Zweig unmittelbar in dem Drehrohrofen 9, insbesondere benachbart zu dem Brennerkopf 41 mündet. Ein anderer Teil der Abgasleitung 18 mündet unmittelbar in das Brennergehäuse 27, insbesondere im Bereich eines Ringspaltes 50 und/oder im Bereich des Brennerkopfes 41.

[0061] Der Drehrohrofen 9 ist um eine Drehachse 19 drehantreibbar ausgeführt. Die hierfür erforderlichen Antriebe, insbesondere Drehantriebe, sind an sich bekannt und aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Figuren nicht dargestellt. Entlang der Drehachse 19 weist der Drehrohrofen 9 eine Ausbrandzone 20 auf, die sich entlang der Drehachse 19 in dem Bereich der Brennerflamme 13 erstreckt.

[0062] Der Drehrohrofen 9 weist ferner einen Wärmeübergangsbereich 21 auf, in dem eine Wärmeübertragung auf das Material durch Konvektion erfolgt.

[0063] Die zweite Vorrichtung 3 ist im Wesentlichen identisch zu der ersten Vorrichtung 2 aufgebaut, worauf hiermit verwiesen wird. Ein Unterschied besteht darin, dass die Heizeinheit der zweiten Vorrichtung 3 zusätzlich zu dem Brenner 12 einen Heißgaserzeuger 24 umfasst. Der Heißgaserzeuger 24 ist mittels einer Heißgasleitung 25 an den Drehrohrofen 9 angeschlossen. Der Heißgaserzeuger 24 ist zwischen dem Brenner 12 und dem Drehrohrofen 9 angeordnet. Bei der zweiten Vorrichtung 3 ist der Brenner 12 von dem Drehrohrofen 9 getrennt ausgeführt. Insbesondere ist der Brenner 12 vollständig außerhalb des Drehrohrofens 9 angeordnet. Entsprechend ist die Brennerflamme 13 in dem Heißgaserzeuger 24 angeordnet. In dem Drehrohrofen 9 der zweiten Vorrichtung 3 ist keine Brennerflamme angeordnet. Bei der zweiten Vorrichtung 3 können nicht näher dargestellte Umluftventilatoren und/oder Abluftventilatoren zur Luftführung, insbesondere in dem Drehrohrofen 9 und/oder in dem Heißgaserzeuger 24 genutzt werden. Die Ventilatoren sind insbesondere außerhalb des Drehrohrofens 9 und/oder außerhalb des Heißgaserzeugers 24, insbesondere entlang von Verbindungsleitungen angeordnet. Entsprechend ist eine Ausbrandzone 20 in diesem Drehrohrofen 9 nicht erforderlich. Der Drehrohrofen 9 der zweiten Vorrichtung 3 umfasst im Wesentlichen ausschließlich einen Wärmeübergangsbereich 21.

[0064] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist jede Vorrichtung 2, 3 ein eigenes, separates Wasserstoffreservoir 15 auf. Es ist auch denkbar, dass in einer Asphaltmischanlage 1 ein gemeinsames, zentral angeordnetes Wasserstoffreservoir 15 zur Verfügung steht, das mit mehreren und mindestens mit sämtlichen Brennern 12 der Asphaltmischanlage 1 in Fluidverbindung steht.

[0065] Nachfolgend werden anhand von Fig. 2 Aufbau und Funktion der ersten Vorrichtung 2, insbesondere des Brenners 12 näher erläutert.

[0066] Der Brenner 12 weist ein eine Längsachse 26 aufweisendes Brennergehäuse 27 auf. Das Brennergehäuse 27 weist an einem dem Drehrohrofen 9 abgewandten Ende eine Ansaugkammer 28 auf, über die Luft, insbesondere Umgebungsluft in das Brennergehäuse 27 angesaugt wird. Dazu kann an die Ansaugkammer 28 die Luftleitung 16 und/oder ein Schalldämpfer angeschlossen sein. Entlang des Brennergehäuses 27 ist ein Luftgebläse 29 angeordnet, das gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Axialgebläse ausgeführt ist. Es versteht sich, dass das Luftgebläse 29 auch in Art eines anderen Gebläsetyps, insbesondere als Radialgebläse ausgeführt sein kann.

[0067] Der Brenner 12 weist insbesondere einen Flammsensor 64 auf, der zur Überwachung der Brennerflamme 13 dient. Insbesondere können mehrere Flammsensoren 64 an dem Brenner 12 ausgeführt und insbesondere in dem Brennergehäuse 27, insbesondere entlang der Längsachse 26, beabstandet zueinander angeordnet sein. In dem Brennergehäuse 27 ist ferner ein Zündbrenner 65 vorgesehen, der zum Zünden der Brennerflamme 13 dient.

[0068] Die Wasserstoffleitung 14 ist an das Brennergehäuse 27 über eine ringförmig um das Brennergehäuse 27 angeordnete Wasserstoffgasverteilkammer 30 angeschlossen. Mit der Wasserstoffgasverteilkammer 30 ist mindestens eine Wasserstoffgasdüse 31 verbunden, um das Wasserstoffgas gezielt in das Brennergehäuse 27 zuzuführen. Es ist denkbar, dass keine Wasserstoffgasverteilkammer 30 vorgesehen ist. In diesem Fall ist die Wasserstoffleitung 14 unmittelbar mit der Wasserstoffdüse 31 verbunden.

[0069] Die Wasserstoffgasdüse 31 ist insbesondere als Ringdüse ausgeführt. Es ist auch denkbar, dass die Wasserstoffgasdüse 31 eine davon abweichende Geometrie aufweist und insbesondere als Gaslanze ausgeführt ist. Es ist auch denkbar, dass mehrere, insbesondere unterschiedlich ausgeführte, Wasserstoffgasdüsen 31 vorgesehen sind, die an verschiedenen Positionen, insbesondere entlang der Längsachse 26 und/oder an verschiedenen Positionen in Umfangsrichtung und/oder mit unterschiedlichem Radialabstand bezüglich der Längsachse 26 in dem Brennergehäuse 27 angeordnet sind.

[0070] An die erste Sekundärbrennstoffleitung 17 ist eine Sekundärbrennstoffverteilkammer 32 angeschlossen, deren Funktion der Wasserstoffgasverteilkammer

30 entspricht, worauf hiermit verwiesen wird. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind mehrere Sekundärbrennstoffdüsen 33 in dem Brennergehäuse 27 angeordnet und an die Sekundärbrennstoffverteilkammer 32 angeschlossen. Die Sekundärbrennstoffdüsen 33 sind jeweils als Gaslanzen ausgeführt und benachbart zu der Wasserstoffdüse 31 im Brennergehäuse 27 angeordnet. Die ersten Sekundärbrennstoffdüsen 33 sind in radialer Richtung bezogen auf die Längsachse 26 beabstandet in dem Brennergehäuse angeordnet.

[0071] Wie in Fig. 2 dargestellt, ist in dem Brennergehäuse 27 eine zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 angeordnet, die zum Zuführen von Flüssigbrennstoffen dient. Die zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 ist insbesondere zentral, also zentrisch bezogen auf die Längsachse 26, in dem Brennergehäuse 27 angeordnet. An die zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 ist eine zweite Sekundärbrennstoffleitung angeschlossen, die aus Darstellungsgründen in Fig. 2 nicht gezeigt ist. Die zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 dient insbesondere für die Zufuhr von Öl, insbesondere Leichtöl und/oder Schweröl. Die zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 ist beispielsweise als Druckluft oder Rücklaufdüse ausgeführt. Die zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 kann auch als Ringdüse mit mehreren Flüssiggasdüsen ausgeführt sein.

[0072] Der Brenner 12 ist ein Kombinationsbrenner, insbesondere ein Dreistoffbrenner, der Wasserstoffgas, einen ersten, insbesondere gasförmigen, Sekundärbrennstoff, insbesondere Erdgas, sowie einen zweiten, insbesondere flüssigen, Sekundärbrennstoff, insbesondere Leichtöl, verbrennen kann. Dabei kann die Zufuhr der verschiedenen Brennstoffe zu dem Brenner 12 mittels seiner dafür geeigneten Steuerung unabhängig erfolgen, insbesondere derart, dass entweder nur einer der drei Brennstoffe, insbesondere Wasserstoff, zwei der drei Brennstoffe oder alle drei Brennstoffe gemeinsam dem Brenner 12 zugeführt und dort verbrannt werden.

[0073] Im Bereich der Düsen 31, 33 und 34 ist in dem Brennergehäuse 27 ein Verwirbelungselement 35 angeordnet. Das Verwirbelungselement 35 dient zum tangentialen Verwirbeln der Luft. Das Verwirbelungselement 35 ist insbesondere als Stauscheibe, die insbesondere ein Leitrad aufweist, ausgeführt. In Abhängigkeit der genutzten Brennstoffkombination kann die Stauscheibe 35 in Durchmesser, Form und konstruktiven Details verschieden ausgeführt sein.

[0074] Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Düsen 31, 33, 34 jeweils stromaufwärts des Verwirbelungselements 35 angeordnet. Es ist möglich, dass einzelne Düsen 31, 33, 34, mehrere der Düsen oder sämtliche Düsen stromabwärts des Verwirbelungselements 35 in dem Brennergehäuse 27 angeordnet sind. Die Geometrie der Brennerflamme 13 hängt auch von der Anzahl und/oder der Position der Düsen 31, 33 und 34 ab.

[0075] Durch die Verwendung der verschiedenen Düsen 31, 33 und 34 ist eine getrennte Zugabe der verschiedenen Brennstoffe möglich. Insbesondere ist eine

zeitlich gesteuerte Zugabe der verschiedenen Brennstoffe und insbesondere eine örtlich getrennte Zugabe der Brennstoffe möglich. Die Regelung der Zugabemenge und/oder des Zugabezeitpunkts erfolgt durch eine nicht näher dargestellte Brennersteuerung. Die Brennersteuerung kann mittels einer Temperaturüberwachung mittels nicht näher dargestellter Temperatursensoren und/oder in Abhängigkeit eines vom Flammensensor 64 erzeugten Signals, geregelt durchgeführt werden.

[0076] Es ist insbesondere möglich, für das Wasserstoffgas eine gestufte Zugabe anzuwenden, indem beispielsweise die Wasserstoffgasdüsen als Gaslanzen unterschiedlicher Länge und/oder mit radial angeordnetem Gasaustritt ausgeführt sind.

[0077] Das Verwirbelungselement 35 ist in einem Kühlkonus 36 angeordnet. Der Kühlkonus 36 weist gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel einen zylindrischen Abschnitt auf, dessen Außendurchmesser mindestens 80 % des Innendurchmessers des Brennergehäuses 27 an dieser Stelle aufweist. Insbesondere beträgt der Außendurchmesser des Kühlkonus 36 mindestens 85 %, insbesondere mindestens 90 %, insbesondere mindestens 95 % und insbesondere höchstens 99 % des Innendurchmessers des Brennergehäuses 27 an dieser Stelle. Der Kühlkonus 36 ist insbesondere in einem Bereich des Brennergehäuses 27 angeordnet, in dem das Brennergehäuse sich konisch aufweitet. Das Brennergehäuse 27 weist einen Aufweitabschnitt 39 auf, der in einen Abschlussabschnitt 40 übergeht. Der Abschlussabschnitt 40 und der Aufweitabschnitt 39 bilden einen Brennerkopf 41. Zwischen einer Außenwand des Kühlkonus 36 und einer Innenwand des Brennerkopfs 41 wird ein umlaufender Ringspalt 50 gebildet. Die durch diesen Ringspalt strömende Luft wird als Sekundärluft bezeichnet. Die Sekundärluft strömt also an dem Kühlkonus 36 vorbei. Die durch den Kühlkonus 36 strömende Luft wird als Primärluft bezeichnet. Dadurch, dass zumindest ein Teil der Luft als Sekundärluft an dem Kühlkonus 36 vorbeigeleitet wird, ist eine Luftstufung möglich.

[0078] Der Brennerkopf 41 verbessert in der dargestellten Ausführung die Durchmischung der Brennstoffe, insbesondere von Wasserstoff mit Luft. Nach dem Brennerkopf 41 bildet sich die Brennerflamme 13 aus, wobei die Form der Brennerflamme 13 von der Geometrie des Brennerkopfes 41 beeinflusst wird. Das bedeutet, dass durch eine geeignete Wahl der Brennerkopfgeometrie die Form der Brennerflamme 13 gezielt eingestellt werden kann. Insbesondere ist der Durchmesser D_F der Brennerflamme 13 umso größer, je größer der Durchmesser am Auslass des Brennerkopfes 41 ist.

[0079] Der Brenner 12 ist an einer Stirnwand 42 des Drehrohrofens 9 befestigt. Die Stirnwand 42 wird als Auslaufstirnwand bezeichnet, da in diesem Bereich der Materialauslauf 11 angeordnet ist. Die Befestigung des Brenners 12, insbesondere des Brennergehäuses 27, an der Stirnwand 42 erfolgt mittels nicht näher dargestellter Befestigungselemente.

[0080] Wie in Fig. 2 angedeutet, ist die Stirnwand 42,

insbesondere in axialer Richtung und/oder in radialer Richtung bezogen auf die Drehachse 19 überlappend an dem Drehrohrföfen 9 angeordnet. Insbesondere ist der Drehrohrföfen 9 durch die Stirnwand 22 nicht hermetisch abgedichtet. Zwischen der Stirnwand 42 und dem Drehrohrföfen 9 verbleibt ein Umfangsspalt 46. Der Umfangsspalt 46 ermöglicht eine zusätzliche Zufuhr von Luft, insbesondere Umgebungsluft.

[0081] Der Brenner 12 ist an dem Drehrohrföfen 9 insbesondere derart angeordnet, dass die Längsachse 26 des Brennergehäuses 27 und die Drehachse 19 des Drehrohrföfens 9 zusammenfallen, also identisch sind. Der Brenner 12 ist konzentrisch zum Drehrohrföfen 9 angeordnet.

[0082] Der Brenner 12 ist unmittelbar an dem Drehrohrföfen 9 befestigt und zumindest bereichsweise darin integriert. Insbesondere ist der Brennerkopf 41 und die von dem Brenner 12 erzeugte Brennerflamme 13, insbesondere vollständig innerhalb des Drehrohrföfens 9 angeordnet.

[0083] Der Brenner 12 weist ein Brennergestell 47 auf, mit dem der Brenner 12 auf einem Untergrund abgestellt ist. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Brennergestell 47 statisch, also unbeweglich, insbesondere fest, ausgeführt. Es ist auch denkbar, dass das Brennergestell an seiner Unterseite Rollen aufweist, die insbesondere auf dafür geeigneten Schienen abrollbar sind. Insbesondere ist es denkbar, dass eine Axialverlagerung des Brenners 12 entlang der Schienen mittels eines Axialantriebs erfolgt, insbesondere mittels eines Pneumatik-Antriebs.

[0084] Entlang der Längsachse 26 bzw. der Drehachse 19 weist die Brennerflamme 13 eine Länge L_F und einen senkrecht dazu orientierten Durchmesser D_F auf.

[0085] Der Drehrohrföfen 9 weist einen Innendurchmesser D_i auf. In der Ausbrandzone 20 sind Feuerschutzeinbauten 43 vorgesehen, die an der Innenwand des Drehrohrföfens 9 befestigt sind. Infolge der Feuerschutzeinbauten 43 ergibt sich in der Ausbrandzone 20 ein reduzierter Innendurchmesser D_{red} . In axialer Richtung erstrecken sich die Feuerschutzeinbauten 43 entlang einer Länge L_A , die der Länge der Ausbrandzone 20 entspricht. Wesentlich ist, dass die Länge L_A der Ausbrandzone 20 größer ist als die Länge L_F der Brennerflamme 13, und dass der Brenner 12 derart an dem Drehrohrföfen 9 angeordnet ist, dass die Brennerflamme 13 vollständig innerhalb der Ausbrandzone 20, insbesondere in axialer Richtung bezogen auf die Drehachse 19, angeordnet ist. Weiterhin ist wesentlich, dass der Durchmesser D_F der Brennerflamme 13 kleiner ist als der reduzierte Durchmesser D_{red} . Ein unmittelbarer Flammenkontakt der Feuerschutzeinbauten 43 ist vermieden.

[0086] Im Wärmeübergangsbereich 21 sind Wurfbleche 44 angeordnet und insbesondere an der Innenseite des Drehrohrföfens 9 befestigt. Die Wurfbleche 44 sind offen ausgeführt und dienen zur Erzeugung eines Materialschleiers 45. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Materialschleier möglichst dicht ist. Es ist möglich, die

Dichte des Materialschleiers 45 indirekt zu quantifizieren, insbesondere mittels einer Messung der Abgastemperatur. Je niedriger die Abgastemperatur ist, desto größer war der zuvor erfolgte Wärmeübergang auf das Material.

Das bedeutet, dass der Materialschleier 45 umso dichter ist, je niedriger die Abgastemperatur sein wird und umgekehrt. Die Abgastemperatur ergibt sich aus der Brennerleistung, der Vordosierleistung, also dem Massenstrom des zugeführten Materials in den Drehrohrföfen 9, sowie der Materialtemperatur. Die Materialtemperatur dient insbesondere als Eingangsgröße für die Regelung der Brennerleistung. Es wurde gefunden, dass es vorteilhaft ist, wenn die Abgastemperatur in dem gezeigten Ausführungsbeispiel mindestens 100°C beträgt. Es versteht sich, dass in Abhängigkeit des verwendeten Materials, des verwendeten Brenners 12 bzw. der eingesetzten Brennstoffe, die Abgastemperatur zur Überwachung des Materialschleiers 45 andere Werte annehmen kann.

[0087] Nachfolgend wird anhand von Fig. 3 die Geometrie der Wurfbleche 44 näher erläutert. Es ist möglich, dass verschiedene Geometrien von Wurfblechen verwendet werden. Gemäß der gezeigten Darstellung werden zwei verschiedene Wurfblechgeometrien entlang der Umfangsrichtung abwechselnd und beabstandet zueinander angeordnet. Die einzelnen Wurfbleche 44 sind mittels eines Halteelements, insbesondere eines Halte winkels, an der Innenseite des Drehrohrföfens 9 befestigt. Die Wurfbleche 44 sind sogenannte offene Einbauten und insbesondere schaufelartig ausgeführt. Die Wurfbleche 44 sind mehrfach gekantet, weisen also mindestens zwei Kanten 51 auf. In Betrieb des Drehrohrföfens 9 nehmen die Wurfbleche 44 das zu trocknende Material auf und geben es bei Rotation des Drehrohrföfens 9 in einem oberen Bereich wieder ab. Dabei sind die Wurfbleche 44 derart gestaltet, dass ein möglichst dichter, kontinuierlicher und homogener Materialschleier 45 gebildet wird. Der Materialschleier 45 weist eine besonders große Oberfläche auf, wodurch die Wärmeübertragung durch Konvektion verbessert ist.

[0088] Die konkrete Geometrie der Wurfbleche 44 und insbesondere deren Anordnung an der Innenseite des Drehrohrföfens 9 kann bei unterschiedlichen Materialien, unterschiedlichen Materialfeuchten und/oder Trocknungsleistungen variieren, um einen möglichst dichten Materialschleier 45 zu erzeugen. So können zum Beispiel beim Trocknen von recyceltem Asphalt rechenartige Einbauten, radial ausgerichtete Halbschalen oder andere Geometrien zur Erzeugung des Materialschleiers vorteilhaft sein. Der Hintergrund ist, dass in Abhängigkeit des verwendeten Materials, dessen Feuchte und/oder der Trocknungsleistung des Drehrohrföfens 9 die Abwurf charakteristik aus den Wurfblechen 44 variieren kann.

[0089] Nachfolgend werden anhand von Fig. 4 Geometrie und Funktion der Feuerschutzeinbauten 43 näher erläutert. Die Feuerschutzeinbauten 43 sind geschlossene Einbauten, bilden also wie in Fig. 4 dargestellt, einen im Wesentlichen C-förmigen Rahmen, der mit seiner offenen Seite am Drehrohrföfen 9 angeordnet und da-

durch geschlossen ist. Jeder Feuerschutzeinbau 43 und der korrespondierende Abschnitt des Drehrohrofens 9 bilden eine geschlossene Kammer 67, die lediglich in axialer Richtung, also senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 4 offen ist.

[0090] Die Feuerschutzeinbauten 43 sind jeweils mittels einer Halteklammer 52 gehalten.

[0091] Das in der Kammer 67 angeordnete Material ist geschützt. Ein direkter Kontakt mit der Brennerflamme 13 in der Ausbrandzone ist dadurch vermieden. Das Material wird indirekt durch Wärmestrahlung von der Oberfläche der Feuerschutzeinbauten 43 in das Material übertragen. Die Feuerschutzeinbauten 43, die Wurfbleche 44 und der Drehrohrofen 9 insgesamt sind aus warmfestem und verschleißfestem Material hergestellt.

[0092] Nachfolgend wird von Fig. 5 bis 7 der Aufbau und die Funktion des Verwirbelungselements 35 näher erläutert. Das Verwirbelungselement 35 ist als Stauscheibe ausgeführt. Die wesentliche Funktion der Stauscheibe 35 besteht darin, die entlang der Längsachse 26 ankommende Luft, also die Primärluft, tangential zu verwirbeln. Die Stauscheibe 35 ist konzentrisch zur Längsachse 26 im Brennergehäuse 27 angeordnet. Die Stauscheibe 35 weist mehrere Schaufeln 53, 54 auf. Die inneren Schaufeln 53 sind einander überlappend kreisförmig in Umfangsrichtung um die Längsachse 26 angeordnet. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind sechzehn Schaufeln 53 angeordnet. In einem zentralen Bereich, der von den inneren Schaufeln 53 umgeben wird, verbleibt eine zentrale Durchgangsöffnung 55. Die inneren Schaufeln 53 weisen einen Quersteg 56 auf, der senkrecht zur Längsachse 26 orientiert ist. Der Quersteg 56 ist über die Kante 57 einteilig mit einem Diagonalsteg 58 verbunden. Der Quersteg 56 und der Diagonalsteg 58 schließen einen Öffnungswinkel ein, der größer ist als 90° und kleiner ist als 180°, insbesondere zwischen 120° und 150° beträgt.

[0093] Die inneren Schaufeln 53 sind in einem inneren Ring 59 gehalten. Der innere Ring 59 ist von äußeren Schaufeln 54 eingefasst, die an ihrer Außenseite an einem äußeren Ring 60 gehalten sind. Der äußere Ring 60 steht in axialer Richtung bezogen auf die Längsachse 26 an dem inneren Ring 59 in beiden Richtungen vor. Die äußeren Schaufeln 54 sind insbesondere ohne Kantung ausgeführt, weisen also eine ebene, flächenhafte Geometrie auf. An den äußeren Schaufeln 54 ist bezogen auf die radiale Richtung zwischen dem inneren Ring 59 und dem äußeren Ring 60 ein mittlerer Ring 61 axial aufgesetzt. In Richtung der Längsachse 26 weist die Stauscheibe 35 eine Anströmfläche auf, die dreigeteilt ist. Die Anströmfläche umfasst den inneren zentralen Bereich, der durch den Durchgang 55 und die inneren Schaufeln 53 gebildet ist und durch den inneren Ring 59 abgeschlossen ist.

[0094] In diesem Bereich ist insbesondere die zweite Sekundärbrennstoffdüse 34 für Öl angeordnet. Ein zweiter Abschnitt ergibt sich in radialer Richtung zwischen dem inneren Ring 59 und dem mittleren Ring 61. In die-

sem Bereich sind die ersten Sekundärbrennstoffdüsen 33 für Gas, insbesondere Erdgas, angeordnet.

[0095] Die äußeren Schaufeln 54 sind gegenüber der Längsachse 26 geneigt orientiert und insbesondere in einer Ebene angeordnet, die im Wesentlichen der Ebene der korrespondierenden Diagonalstege 58 der inneren Schaufeln 53 entspricht.

[0096] Ein äußerer, insbesondere ringförmiger Abschnitt zwischen dem mittleren Ring 61 und dem äußeren Ring 60 kann von der als Ringdüse ausgeführten Wasserdüse 31 angeströmt werden.

[0097] Nachfolgend wird anhand von Fig. 1 bis 7 ein Verfahren zum Trocknen von Material in der Asphaltmischanlage 1 näher erläutert.

[0098] In der ersten Vorrichtung 2 kann Material über den Materialeinlauf 10 dem Drehrohrofen 9 zugeführt werden. Das Material wird am Materialeinlauf 10 mittels der nicht näher dargestellten Fördererlemente, die insbesondere als Einlaufschneckensegmente ausgeführt und an der Innenwand des Drehrohrofens befestigt sind, entlang der Materialförderrichtung 22 gefördert. Dabei wird im Wärmeübergangsbereich 21 aufgrund der besonderen Ausgestaltung der Wurfbleche 44 ein dichter, kontinuierlicher und homogener Materialschleier 45 erzeugt, so dass das Material mit einer sehr großen Oberfläche innerhalb des Drehrohrofens 9 angeordnet ist. Eine Erwärmung des Materials kann mittels der Brennerflamme 13 durch Konvektion erfolgen, die unmittelbar in dem Drehrohrofen 9 angeordnet ist.

[0099] Die Brennerflamme 13 wird von dem Brenner 12 erzeugt, der als Kombinationsbrenner ausgeführt ist und der als Primärbrennstoff Wasserstoffgas verbrennt. Als Sekundärbrennstoffe dienen insbesondere Erdgas und Leichtöl. Es versteht sich, dass auch davon abweichende Sekundärbrennstoffe verwendet werden können, insbesondere nur ein Sekundärbrennstoff oder mehr als zwei Sekundärbrennstoffe. Der Brenner 12 kann auch ohne Sekundärbrennstoffe und/oder ausschließlich mittels Sekundärbrennstoffen betrieben werden. Dadurch, dass als Primärbrennstoff Wasserstoffgas genutzt wird, sind Abgase und/oder Emissionen reduziert und insbesondere vermieden. Dadurch, dass Abgase und/oder emissionsbelastete Luft über die Abgasleitung 18 zugeführt und mitverbrannt werden, ergibt sich eine Gesamtreduktion der Abgase.

[0100] Dadurch, dass in der Ausbrandzone 20 in dem Drehrohrofen 9, in der die Brennerflamme 13 angeordnet ist, geschlossene Feuerschutzeinbauten 43 angeordnet sind, ist ein direkter Materialkontakt mit der Brennerflamme 13 vermieden. Wesentlich ist, dass die Brennerflamme 13 aufgrund der Geometrie des Brennerkopfes 41 und/oder der Stauscheibe 35 der Anzahl, Anordnung und Ausführung der Brennstoffdüsen 31, 33 und/oder 34 so gezielt eingestellt werden kann, dass sie vollständig innerhalb Ausbrandzone 20 im Drehrohrofen 9 angeordnet ist. Insbesondere bewirken der Kühlkonus 36 und der zwischen dem Kühlkonus 36 und dem Brennergehäuse 27 gebildete Ringspalt 50 die Voraussetzung für eine

Luftstufung. Sekundärluft wird an der Stauscheibe 35 vorbei und um die Brennerflamme 13 herumgeführt.

[0101] Insbesondere gelingt es, die Flammtemperatur möglichst gering zu halten, insbesondere bei weniger als 1400°C, so dass die Bildung von Stickoxiden (NO_x) minimiert und insbesondere vermieden ist.

[0102] Um in Abhängigkeit der verwendeten Brennstoffe die gewünschte Form der Brennerflamme 13 einstellen zu können, kann es vorteilhaft sein, die Brennstoffdüsen 31, 33 und/oder 34 in ihrer Anzahl, Ausgestaltung und/oder Position relativ zur Stauscheibe 35 zu verändern. Insbesondere ist es möglich, einzelne und/oder alle Düsen 31, 33 und 34 bezüglich der Gasförderrichtung 23 hinter der Stauscheibe 35 anzuordnen. Der Innendurchmesser D_i des Drehrohrofens 9 ist insbesondere derart gewählt, dass bei den entstehenden Abgasvolumenströmen der verschiedenen Brennstoffe deren Strömungsgeschwindigkeit derart gering ist, dass nur Füller, also Gesteinsstaub mit einer Partikelgröße von höchstens 200 µm, aus dem Drehrohrfen 9 ausgeht. Insbesondere beträgt die Strömungsgeschwindigkeit weniger als 20m/s und insbesondere zwischen 15m/s und 20m/s. Vorteilhaft ist es, wenn die Strömungsgeschwindigkeit und/oder der Volumenstrom des Abgases niedrig gehalten wird. Dadurch kann Verschleiß in Rohgaskanälen und/oder in einer Exhaustorleitung reduziert und insbesondere minimiert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trocknen von Material für eine Asphaltmischanlage, wobei die Vorrichtung (2, 3) umfasst
 - a. einen um eine Drehachse (19) drehantreibbaren Drehrohrfen (9), in dem das Material getrocknet wird, wobei der Drehrohrfen (9) einen Materialeinlauf (10) und einen Materialauslauf (11) aufweist,
 - b. eine mit dem Drehrohrfen (9) gekoppelte Heizeinheit zum Zuführen von Wärme in den Drehrohrfen (9), wobei die Heizeinheit mit einem Brenner (12) ausgeführt ist, der aufweist
 - i. ein eine Längsachse (26) aufweisendes Brennergehäuse (27),
 - ii. eine an dem Brennergehäuse (27) angeordnete Luftleitung (16) zum Zuführen von Luft,
 - iii. ein Verwirbelungselement (35) zum Verwirbeln der Luft in dem Brenner (12) relativ zur Längsachse (26),
 - iv. eine an den Brenner (12) angeschlossene Wasserstoffgasleitung (14) zum Zuführen von Wasserstoffgas in den Brenner (12), wobei an die Wasserstoffgasleitung (14) eine Wasserstoffgasdüse (31) zum Ab-

geben des Wasserstoffgases angeschlossen ist,

v. ein an dem Brennergehäuse (27) angeordneter Brennerkopf (41) zum Erzeugen einer Brennerflamme (13).

2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verwirbelungselement (35) ein Strömungsleitelement in dem Brennergehäuse (27) umfasst, wobei das Strömungselement insbesondere stationär und insbesondere konzentrisch zur Längsachse (26), angeordnet ist.
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Strömungsleitelement als Stauscheibe ausgeführt ist, die mehrere bezüglich der Längsachse (26) kreisförmig angeordnete und geneigt orientierte Schaufeln (53, 54) aufweist.
4. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen im Brennergehäuse (27) angeordneten Kühlkonus (36), der entlang der Längsachse (26) insbesondere zwischen dem Verwirbelungselement (35) und dem Brennerkopf (41) angeordnet ist.
5. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine an den Brenner (12) angeschlossene Sekundärbrennstoffleitung (17) zum Zuführen von Sekundärbrennstoff, wobei an die Sekundärbrennstoffleitung (17) insbesondere eine Sekundärbrennstoffdüse (33, 34) zum Abgeben des Sekundärbrennstoffs angeschlossen ist.
6. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftleitung (16) axial zur Längsachse (26) an dem Brennergehäuse (27) angeordnet ist, wobei insbesondere ein Luftgebläse (29) in der Luftleitung (16, 28) angeordnet ist.
7. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Abgasleitung (18) zum Zuführen von Abgasen zu der Heizeinheit, insbesondere zu dem Brenner (12), und/oder zu dem Drehrohrfen (9).
8. Vorrichtung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Heizeinheit einen an den Brenner (12) angeschlossenen Heißgaserzeuger (24) umfasst, wobei der Heißgaserzeuger (24) insbesondere mittels einer Heißgasleitung (25) an den Drehrohrfen (9) angeschlossen ist.
9. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Brenner (12) stirnseitig an dem Drehrohrfen (9), insbesondere

- im Bereich des Materialauslaufs (11), angebracht ist, insbesondere unmittelbar in den Drehrohrofen (9) integriert ist, insbesondere derart, dass der Brennerkopf (41) innerhalb des Drehrohrofens (9) angeordnet ist, wobei insbesondere der Drehrohrofen (9), insbesondere geschlossene, Feuerschutzeinbauten (43) aufweist, die an einer Innenwand des Drehrohrofens (9) angeordnet und insbesondere daran befestigt sind, und/oder wobei insbesondere der Drehrohrofen (9), insbesondere offene Wurfbleche (44) aufweist, die an einer Innenwand des Drehrohrofens (9) angeordnet und insbesondere daran befestigt sind, um einen, insbesondere geschlossenen, Materialschleier (45) im Drehrohrofen (9) zu erzeugen. 5 10 15
- 10.** Vorrichtung gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Drehrohrofen (9), insbesondere im Bereich des Materialeinlaufs (10), mindestens ein Förderelement aufweist, das an einer Innenwand des Drehrohrofens (9) angeordnet und insbesondere daran befestigt ist, um einen Materialtransport entlang der Drehachse (26) zu bewirken. 20
- 11.** Asphaltmischanlage mit einer Vorrichtung (2, 3) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche und insbesondere mit einer Filterentstaubung (5) und/oder insbesondere mit einem Kondensatabscheider (6), die mit dem Drehrohrofen (9) fluidtechnisch verbunden sind. 25 30
- 12.** Verfahren zum Trocknen von Material für eine Asphaltmischanlage umfassend die Verfahrensschritte
- Zuführen des Materials in einen um eine Drehachse (19) drehantreibbaren Drehrohrofen (9), 35
 - Erzeugen von Wärme mit einem Brenner (12) einer Heizeinheit durch Verbrennen von Wasserstoffgas,
 - Zuführen der Wärme in den Drehrohrofen (9) und Trocknen des Materials. 40
- 13.** Verfahren gemäß Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** Zuführen von Abgasen zu der Heizeinheit, insbesondere zu dem Brenner (12), und/oder zu dem Drehrohrofen (9) mittels einer Abgasleitung (18). 45
- 14.** Verfahren gemäß Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zuführen der Wärme durch eine Brennerflamme (13) innerhalb des Drehrohrofens (9) erfolgt, so dass die Brennerflamme (13) insbesondere in einer staubbelasteten Umgebung (9) angeordnet ist, wobei insbesondere die Brennerflamme (13) im Drehrohrofen (9) eine entlang der Drehachse (19) orientierte Länge (L_F) aufweist, die kleiner oder gleich einer entlang der Drehachse (19) orientierten Länge (L_A) einer Ausbrandzone (20) des Drehrohrofens (9) ist. 50 55
- 15.** Verfahren gemäß Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennerflamme (13) einen senkrecht zur Drehachse (19) orientierten Durchmesser (D_F) aufweist, der kleiner ist als ein durch Feuerschutzeinbauten (43) reduzierter Innendurchmesser (D_{red}) der Ausbrandzone (20) des Drehrohrofens (9).

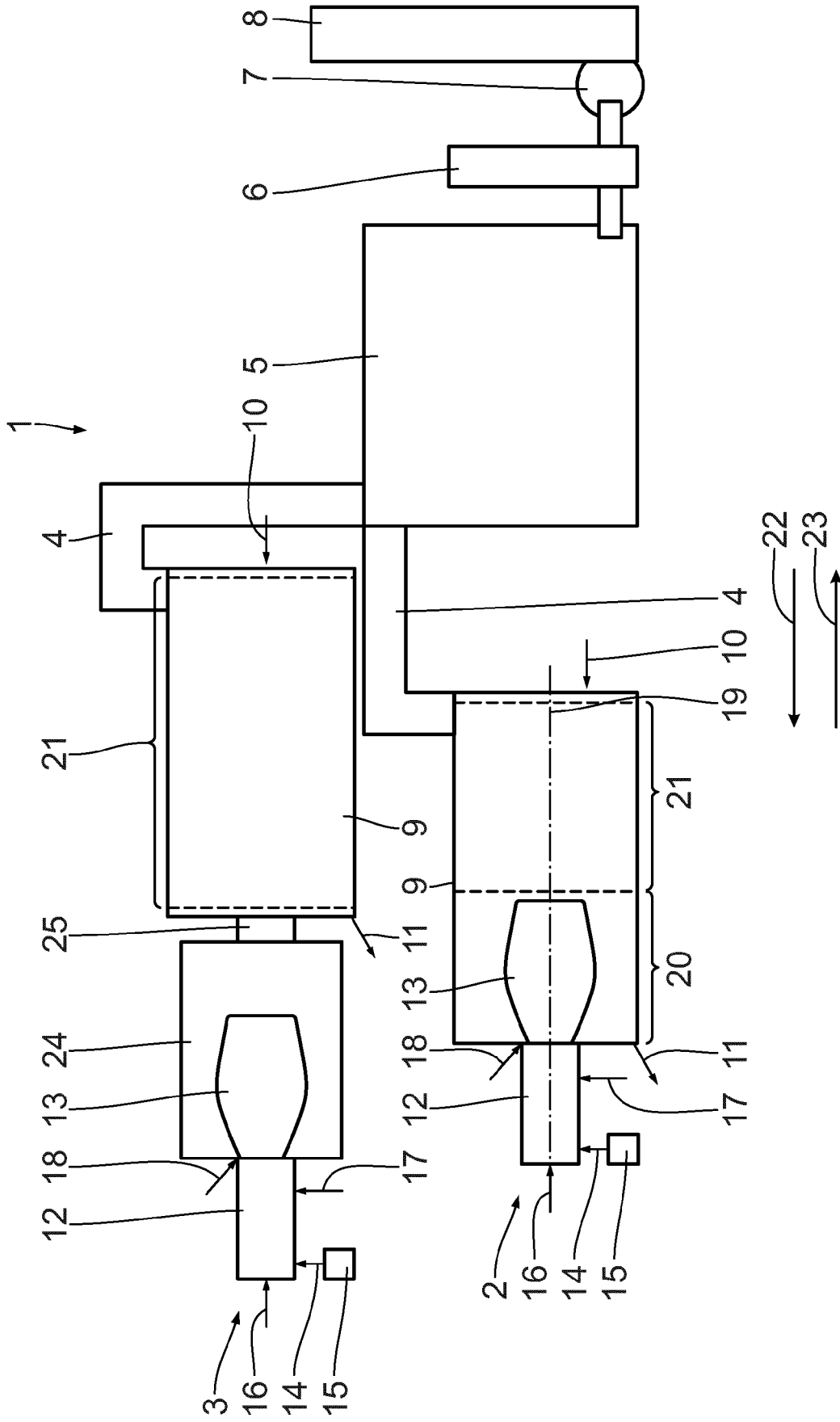


Fig. 1

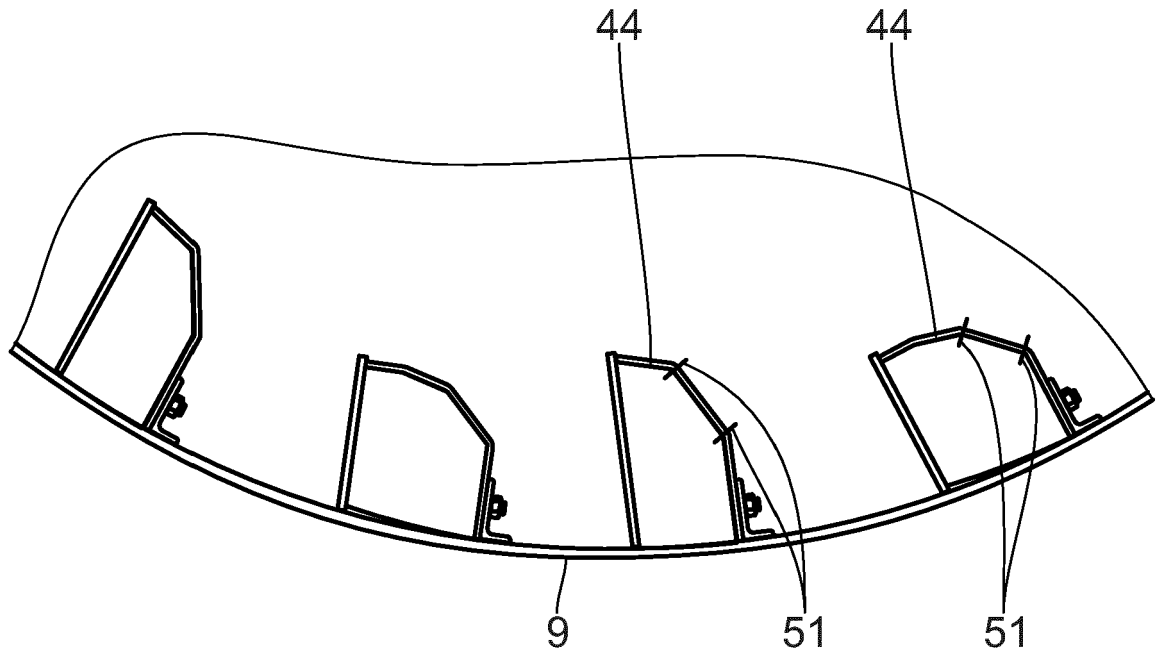


Fig. 3

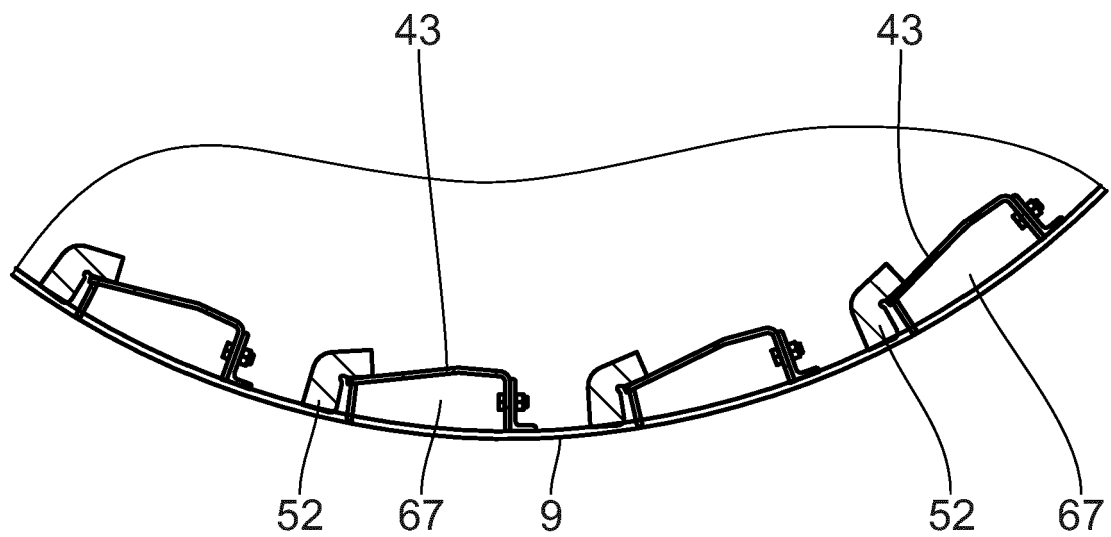


Fig. 4

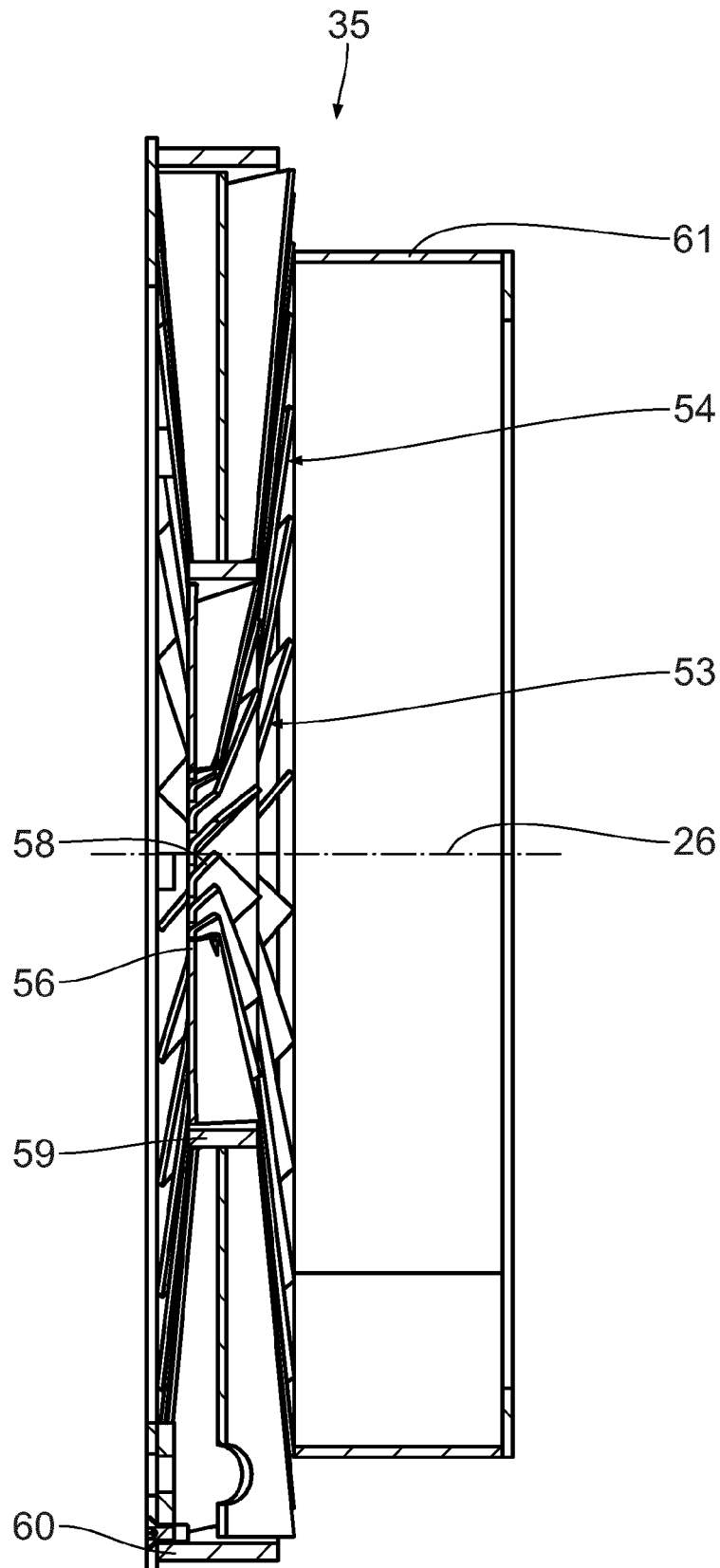


Fig. 5

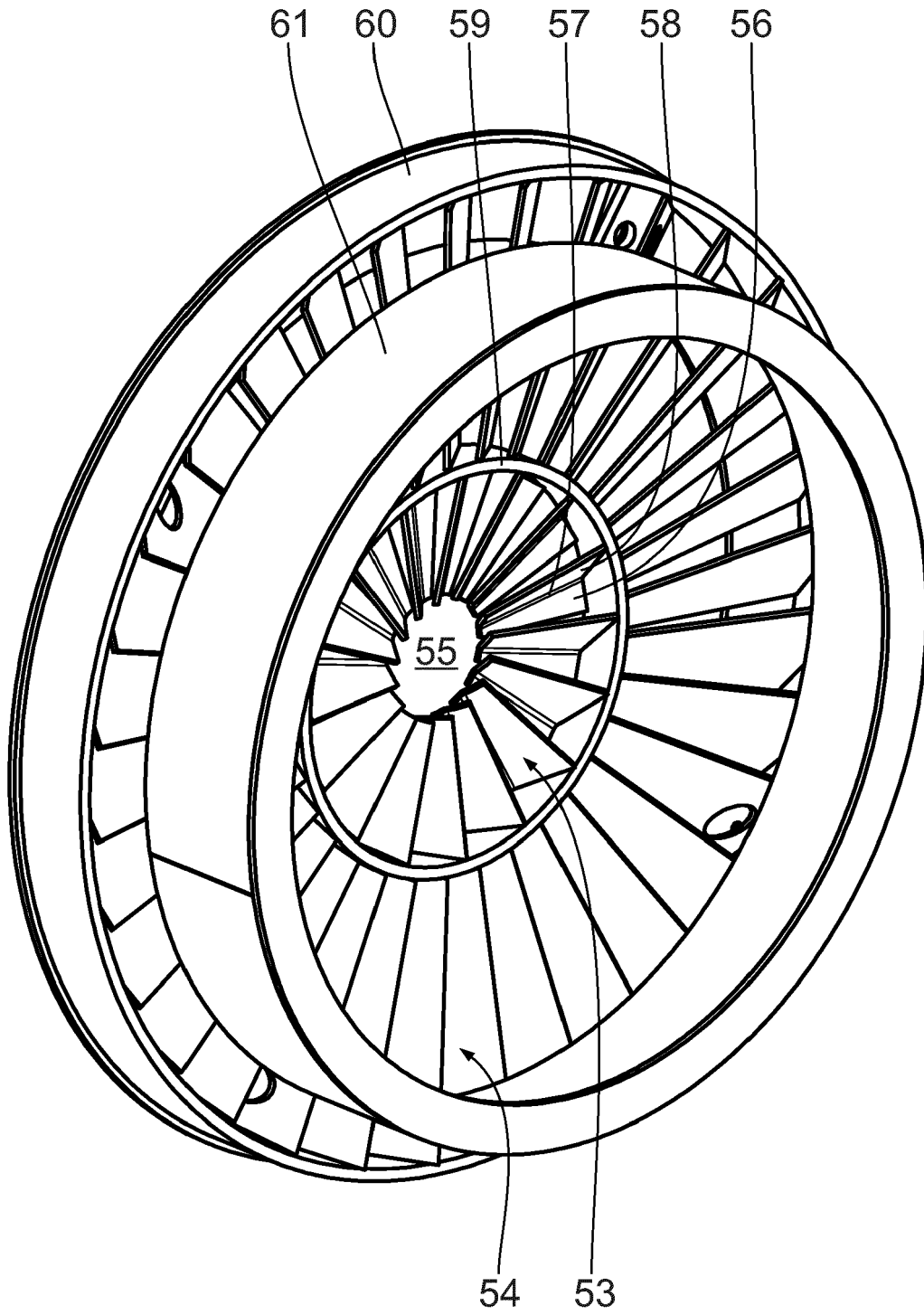


Fig. 6

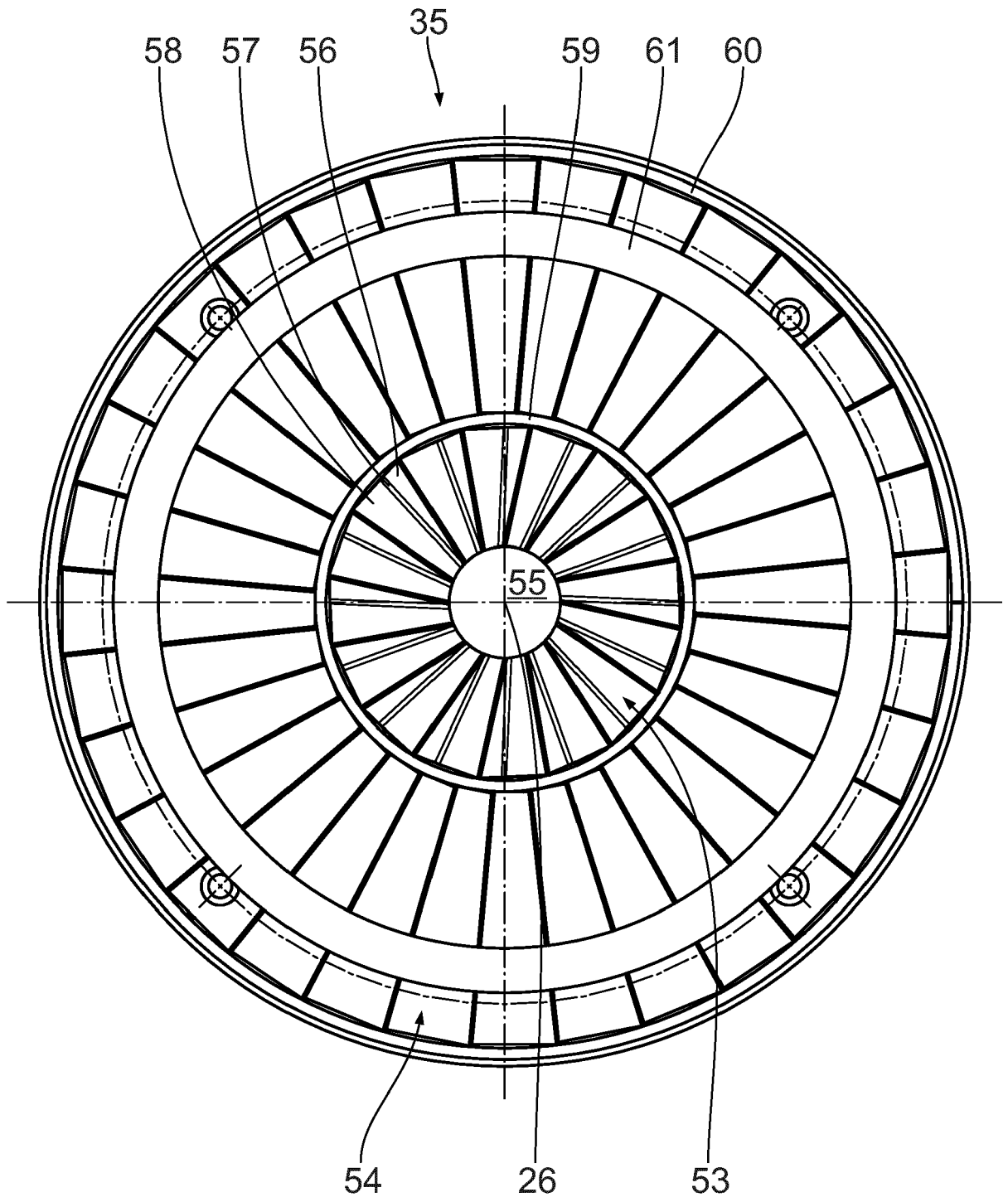


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 0889

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP 2009 293859 A (NIPPO CORP; YAMATECH CORP) 17. Dezember 2009 (2009-12-17)	1, 4-15	INV. F26B11/02 E01C19/00 F23C7/00 F26B11/04 F26B23/02
Y	* Absätze [0019] - [0029]; Abbildungen 1, 3-4 *	2, 3	
Y	DE 20 2010 002774 U1 (AMMANN SCHWEIZ AG [CH]) 15. Juli 2010 (2010-07-15) * Abbildungen 1-2 *	2, 3	
A	US 2004/219466 A1 (MARINO JOHN A [US] ET AL) 4. November 2004 (2004-11-04) * Abbildung 3 *	1-15	
A	US 2009/123882 A1 (EROGLU ADNAN [CH] ET AL) 14. Mai 2009 (2009-05-14) * Abbildungen 1-4 *	1-15	
A	WO 2006/058843 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; CARRONI RICHARD [CH]; GRIFFIN TIMOTHY [CH]) 8. Juni 2006 (2006-06-08) * Abbildungen 1-10 *	1-15	
A	WO 2009/109454 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]; CARRONI RICHARD [CH]; PAIKERT BETTINA [CH]) 11. September 2009 (2009-09-11) * Abbildungen 1-2 *	1-15	RECHERCHIERTES SACHGEBIETE (IPC) F26B E01C F23C
X	CN 210 512 434 U (CHENGDU ROAD&BRIDGE ENG CO LTD) 12. Mai 2020 (2020-05-12) * Absätze [0033] - [0045]; Abbildungen 1-4 *	12	
X	EP 0 580 127 A1 (MITSUBISHI CHEM IND [JP]) 26. Januar 1994 (1994-01-26) * Seiten 7-8; Abbildungen 1, 3 *	12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 2. Februar 2023	Prüfer De Meester, Reni
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04-C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 19 0889

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009293859 A	17-12-2009	KEINE	
DE 202010002774 U1	15-07-2010	KEINE	
US 2004219466 A1	04-11-2004	CN 1550713 A US 2004219466 A1	01-12-2004 04-11-2004
US 2009123882 A1	14-05-2009	EP 2058590 A1 JP 5594951 B2 JP 2009121806 A US 2009123882 A1	13-05-2009 24-09-2014 04-06-2009 14-05-2009
WO 2006058843 A1	08-06-2006	CN 101069039 A EP 1817526 A1 JP 4913746 B2 JP 2008522123 A US 2008280239 A1 WO 2006058843 A1	07-11-2007 15-08-2007 11-04-2012 26-06-2008 13-11-2008 08-06-2006
WO 2009109454 A1	11-09-2009	EP 2257736 A1 US 2011059408 A1 US 2013224672 A1 WO 2009109454 A1	08-12-2010 10-03-2011 29-08-2013 11-09-2009
CN 210512434 U	12-05-2020	KEINE	
EP 0580127 A1	26-01-1994	DE 69318074 T2 EP 0580127 A1 JP H0634271 A KR 940005938 A TW 228567 B US 5341577 A	03-12-1998 26-01-1994 08-02-1994 22-03-1994 21-08-1994 30-08-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102021210662 [0001]